



**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

PCT/EP 03 / 06655

22 DEC 2004

REC'D 16 SEP 2003

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02014031.5

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

Best Available Copy



Anmeldung Nr:
Application no.: 02014031.5
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 27.06.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Metawell GmbH
Ruhrstrasse 15
86633 Neuburg/Donau
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren zum Umformen eines metallischen Flachmaterials, Herstellungsverfahren
für ein Verbundmaterial sowie Vorrichtung zur Durchführung dieser Verfahren

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

B21D/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

27. Juni 2002

Weber & Heim

Deutsche Patentanwälte
European Patent Attorneys
Euro Trademark Attorneys

Irmgardstrasse 3
D-81479 München
Tel. 089-79 90 47
Fax 089-791 52 56

M 1695

Verfahren zum Umformen eines metallischen Flachmaterials,
Herstellungsverfahren für ein Verbundmaterial sowie
Vorrichtungen zur Durchführung dieser Verfahren

Die Erfindung betrifft ein kontinuierliches Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, das zum Umformen eines metallischen Flachmaterials in ein metallisches Wellenprofil dient, sowie eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 9 zur Durchführung dieses Verfahrens.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 17 zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundmaterials, bei dem ein in erfindungsgemäßer Weise ausgeformtes gewelltes Flachmaterial mit einem weiteren Flachmaterial verbunden wird, ein nach dem Verfahren gemäß Anspruch 17 hergestelltes Verbundmaterial sowie eine Anlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 20 zur Durchführung des Herstellungsverfahrens nach Anspruch 17.

Aus der DE 31 26 948 C2 sowie der DE 32 14 821 C2 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung bekannt, bei der kontinuierlich aus einem metallischen Flachmaterial ein metallisches Wellenprofil ausgeformt wird, in dem das Flachmaterial zwischen zwei miteinander kämmende Verzahnungen zweier rotierender, verzahnter Walzen hindurchgeführt wird. Zur Herstellung eines Verbundmaterials wird anschließend auf das so umgeformte wellenförmige Flachmaterial mindestens ein weiteres Flachmaterial aufgebracht und an diesem befestigt. Das auf diese Weise hergestellte Verbundmaterial besitzt verglichen mit massiven Materialien bei gleichen Abmessun-

gen vergleichbare mechanische Eigenschaften, weist jedoch ein deutlich geringeres Gewicht auf.

Aus der EP 0 939 176 A2 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung bekannt, bei der intermittierend mit Hilfe einer Presse an einem metallischen Flachmaterial ein im Querschnitt trapezförmiges Wellenprofil ausgeformt wird. Nach dem Ausformen des Wellenprofils wird an jeder Seite des Flachmaterials an den Profilerhebungen des Wellenprofils ein weiteres Flachmaterial zur Bildung eines Verbundmaterials befestigt.

Mit den aus diesen Druckschriften bekannten Verfahren und Vorrichtungen ist jedoch weder das Formen eines gewellten Flachmaterials mit variierenden Profilhöhen und Profilquerschnitten, noch die Herstellung eines aus einem gewelltem Flachmaterial und mindestens einem weiteren Flachmaterial zusammengesetzten Verbundmaterials möglich, bei dem das gewellte Flachmaterial variierende Profilhöhen oder Profilquerschnitte aufweist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein kontinuierliches Verfahren bzw. eine Vorrichtung zum Umformen eines metallischen Flachmaterials in ein metallisches Wellenprofil sowie ein Verfahren bzw. eine Anlage zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundmaterials aus einem gewellten Flachmaterial und mindestens einem weiteren Flachmaterial anzugeben, bei dem bzw. bei der mit geringem Aufwand und hoher Flexibilität unterschiedlichste Profilhöhen und Profilquerschnitte bei dem Wellenprofil des gewellten Flachmaterials auf einfache Weise herstellbar sind.

Die Erfindung löst die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen nach Anspruch 9 zum Umformen eines metallischen Flachmaterials in ein metallisches Wellenprofil. Ferner löst die Erfindung die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 17 zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundmaterials, durch ein Verbundmaterial mit den Merkmalen nach Anspruch 19 sowie durch eine Anlage mit den Merkmalen nach Anspruch 20 zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundmaterials.

Bei der Erfindung wird das Umformen des metallischen Flachmaterials, bei dem es sich beispielsweise um ein Blech, eine Bahn oder ein Band aus einer harten Metalllegierung, wie einer kaltverfestigten, voll durchgehärteten Aluminiumlegierung, einem für das Kaltumformen geeigneten Stahl o.ä., handeln kann, mit Hilfe der miteinander kämmenden Verzahnungen der beiden rotierenden Walzen durchgeführt. Auf Grund der mechanischen Eigenschaften des umzuformenden Flachmaterials, insbesondere derartiger harter Legierungen, die eine verhältnismäßig geringe Bruchdehnung aufweisen und sich entsprechend schwer umformen lassen, hat der Einsatz miteinander kämmender Walzen zum Umformen des Flachmaterials in ein Wellenprofil den Vorteil, dass das Flachmaterial vergleichsweise schonend und mit verhältnismäßig geringen Umformkräften zu dem gewünschten Wellenprofil umgeformt werden kann.

Dieses schonende Verfahren zum Umformen von Flachmaterialien in Wellenprofile wird durch die Erfindung nun so weitergebildet, dass mit geringstem Aufwand unterschiedlichste Profilhöhen und Profilquerschnitte beim Wellenprofil des fertig umgeformten gewellten Flachmaterials schnell und einfach ausgeformt werden können.

Zu diesem Zweck wird als ein wesentlicher Gedanke durch die Erfindung vorgeschlagen, den Achsabstand zwischen den Walzen vor oder gegebenenfalls sogar während des Umformvorganges gezielt so zu verändern, dass die gewünschte Profilhöhe bei dem Wellenprofil ausgeformt wird. Auf diese Weise kann die Profilhöhe des Wellenprofils bzw. die von der Profilhöhe des gewellten Flachmaterials abhängige Materialstärke des fertigen Verbundmaterials an die jeweiligen Anwendungszwecke gezielt angepasst werden, ohne dass hierzu ein im Stand der Technik übliches Austauschen der Walzen oder der Umformwerkzeuge mit entsprechend hohen Rüst- und Nebenzeiten erforderlich ist.

Ferner kann der eigentliche Umformvorgang, bei dem es sich üblicherweise um einen Kaltumformvorgang handelt, d.h. einen Umformvorgang, bei dem die Temperatur des umzuformenden Flachmaterials innerhalb der Rekristallisationstemperatur liegt, an die Materialeigenschaften des umzuformenden Flachmaterials gezielt angepaßt werden, so dass bei harten Materialien oder Materialien mit vergleichsweise großen Materialstärken ein Wellenprofil mit geringerer Profilhöhe ausgeformt wird, um den Umformgrad gering zu halten, während weiche oder dünne Materialien mit entsprechend höheren Umformgraden umgeformt werden können.

Zusätzlich wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, durch relatives Verdrehen der Walzen zueinander das Flankenspiel zwischen den miteinander kämmenden Verzahnung einzustellen, um auf diese Weise darüber hinaus den Profilquerschnitt des Wellenprofils gezielt zu beeinflussen und hinsichtlich des späteren Einsatzzwecks des gewellten Flachmaterials bzw. des Verbundmaterials zu optimieren.

Weitere vorteilhafte Varianten der erfindungsgemäßen Verfahren und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtungen sowie Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, den Zeichnungen sowie den Unteransprüchen.

So wird bei einer besonders bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Umformen eines metallischen Flachmaterials vorgeschlagen, zum Erzeugen eines symmetrischen oder auch eines unsymmetrischen Profilquerschnitts des Wellenprofils die Walzen relativ zueinander zu verdrehen. Während bei einer Drehposition der Walzen zueinander, bei der die Zähne der einen Walze symmetrisch zwischen den Zähnen der anderen Walze positioniert sind, ein im Profilquerschnitt symmetrisches Wellenprofil ausgeformt wird, kann durch Verändern des Flankenspiels zwischen den Verzahnungen der beiden Walzen auch ein Wellenprofil ausgeformt werden, bei dem sich die Lagewinkel der Profilflanken des Wellenprofils voneinander unterscheiden, also ein unsymmetrischer Profilquerschnitt ausgeformt ist. Hierdurch kann ein gewelltes Flachmaterial erzeugt werden, bei dem eine richtungsorientierte Krafteinleitung in das gewellte Flachmaterial möglich ist, indem die einzelnen Profilflanken beim Ausformen des Wellenprofils gezielt in Richtung der angreifenden Kräfte ausgerichtet werden.

Des Weiteren wird bei einer Variante dieses erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagen, die Profilhöhe des Wellenprofils durch kontinuierliches Verstellen der Walzen während des Umformens zu verändern, so dass das Flachmaterial in Abhängigkeit vom Achsabstand der Walzen einerseits und in Abhängigkeit von der Drehposition der Walzen zueinander andererseits zu einem gegebenenfalls sinusförmigen oder unsymmetrischen Wellenprofil ausgeformt wird.

Zum Ausformen eines im Profilquerschnitt trapezförmigen Wellenprofils wird die Verwendung von Walzen vorgeschlagen, die im Querschnitt trapezförmige Verzahnungen aufweisen. Während bei einem großen Achsabstand zwischen den Walzen ein sinusförmiges Wellenprofil ausgeformt wird, werden zum Ausformen eines im Profilquerschnitt trapezförmigen Wellenprofils die Walzen soweit zusammengefahren, bis der Formspalt zwischen den Verzahnungen der Walzen zumindest annähernd der Materialstärke des Flachmaterials entspricht. In diesem Fall nimmt das umzuformende Flachmaterial die Trapezform der Verzahnungen an.

Alternativ oder ergänzend hierzu wird ferner vorgeschlagen, das Flankenspiel zwischen den in Drehrichtung gesehen führenden oder nachfolgenden Zahnflanken der miteinander kämmenden Verzahnungen so einzustellen, dass das Flankenspiel zumindest annähernd der Materialstärke des Flachmaterials entspricht. Hierdurch wird erreicht, dass das Flachmaterial während des Umformvorgangs von den miteinander kämmenden Verzahnungen erfasst wird, wodurch zusätzlich die Förderbewegung des Flachmaterials durch den zwischen den Verzahnungen ausgebildeten Formspalt unterstützt wird.

Insbesondere in dem Bereich, in dem das durch die beiden Walzen geführte Flachmaterial erstmalig mit einem der Zähne der Verzahnungen in Berührung kommt, kommt es zu Relativbewegungen zwischen den sich bewegenden Zähnen und der an diesen anliegenden Flachseiten des umzuformenden Flachmaterials. Damit die dabei entstehenden Reibungskräfte möglichst klein gehalten werden, wird bei einer besonders bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Umformen des metallischen Flachmaterials ferner vorgeschlagen, auf das Flachmaterial und/oder auf die Walzen ein Gleitmittel aufzubringen, mit dem der Reibungskoeffizient

entweder an der Oberfläche des Flachmaterials oder an der Oberfläche der Verzahnungen soweit reduziert werden kann, dass das Flachmaterial ohne nennenswerten Widerstand während des Umformvorgangs an den Zähnen entlanggleiten kann.

Als Gleitmittel, das unmittelbar auf das Flachmaterial aufgebracht ist, können grundsätzlich zwei Typen von Gleitmitteln eingesetzt werden. Einerseits wird die Verwendung eines Gleitmittels vorgeschlagen, das nach dem Ausformen des Wellenprofils vom Flachmaterial beispielsweise durch Verdampfen wieder entfernt wird. Andererseits ist die Verwendung eines Gleitmittels möglich, das auch nach dem Ausformen des Flachmaterials am Flachmaterial anhaftet. Ein derartiges anhaftendes Gleitmittel sollte in seiner Konsistenz vorzugsweise so ausgebildet sein, dass eine weitere Bearbeitung des Flachmaterials mit dem anhaftenden Gleitmittel, beispielsweise ein Lackieren oder auch ein Verkleben des gewellten Flachmaterials, wie es beispielsweise für die Fertigung von Verbundmaterialien häufig gewünscht wird, möglich ist.

Als Gleitmittel wird besonders bevorzugt ein vor dem Ausformen des Flachmaterials auf dieses aufgebracht Gleitlack eingesetzt, der vorzugsweise fett- und ölfrei ist, so dass das Flachmaterial lackiert oder Klebstoff auf das gewellte Flachmaterial aufgebracht werden kann. Hierbei hat sich insbesondere die Verwendung eines Gleitlacks auf einer Epoxidharz-Bindemittelbasis als besonders vorteilhaft herausgestellt. Alternativ ist es auch möglich, als Gleitmittel eine Verzinkung auf der Oberfläche des auszuformenden Flachmaterials vorzusehen. So werden bei Verwendung von Stahlblechen als Flachmaterial für das Formen von Wellenprofilen die Oberflächen der Stahlbleche vorzugsweise verzinkt, um einerseits die Reibungskräfte beim Umformen zu

minimieren, und andererseits die Korrosionsbeständigkeit des fertigen Wellenprofils zu erhöhen.

Ergänzend oder als Alternative zu den zuvor beschriebenen Gleitmitteln ist auch die Verwendung einer Gleitfolie möglich, die vor dem Ausformen des Flachmaterials auf das Flachmaterial aufgebracht wird. Die Gleitfolie kann nach dem Ausformen des Flachmaterials von dem ausgeformten Flachmaterial abgezogen werden. Die Verwendung einer Gleitfolie hat den Vorteil, dass die Gleitfolie die Oberflächen des umzuformenden Flachmaterials vor anhaftenden Verunreinigungen oder vor Oberflächenunebenheiten an den Zähnen der Verzahnungen der Walzen schützt, so dass die Oberfläche des gewellten Flachmaterials nach dem Ausformen ein gleichmäßiges Erscheinungsbild zeigt.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung mit den Merkmalen nach Anspruch 9 vorgeschlagen, die zur Durchführung des zuvor beschriebenen Verfahrens zum kontinuierlichen Umformen eines metallischen Flachmaterials in ein metallisches Wellenprofil eingesetzt wird.

Bei dieser erfindungsgemäßen Vorrichtung ist sowohl der Achsabstand zwischen den Walzen als auch die Drehposition der Walzen zueinander einstellbar, damit die Höhe des auszuformenden Wellenprofils einerseits und der Profilquerschnitt des Wellenprofils andererseits durch Verändern des Achsabstandes bzw. durch Einstellung des Flankenspiels auf einfache Weise verändert werden kann.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Achsabstand zwischen den Walzen und/oder die Drehposition der Walzen zueinander kontinuierlich einstellbar, so dass stufenlos unterschiedlichste Profilhöhen und verschiedenste Profilquerschnitte für das Wellenprofil einstellbar sind.

Insbesondere bei sehr harten metallischen Werkstoffen, wie der zuvor beschriebenen harten Aluminiumlegierung, besteht das Problem, dass auf Grund der Härte des Materials die nur an ihren Enden gelagerten Walzen in ihrem mittleren Bereich durchbiegen, so dass das Wellenprofil gegebenenfalls eine über seine Breite betrachtet variierende Profilhöhe aufweist. Um dies zu vermeiden wird insbesondere beim Umformen derartiger Materialien, die eine vergleichsweise große Härte besitzen, vorgeschlagen, bombierte Walzen zu verwenden, die in ihren mittleren Walzenabschnitten verglichen mit den unmittelbar an den Lagerstellen ausgebildeten Walzenabschnitten einen größeren Aussendurchmesser besitzen, wodurch erreicht wird, dass die Walzen beim Umformen derart harter Materialien nicht zum Durchbiegen im mittleren Bereich neigen. Alternativ ist es auch möglich, anstelle bombierter Walzen zusätzlich Stützwalzen vorzusehen, die mit den zum Umformen dienenden Walzen in Eingriff stehen und die Walzen über deren gesamte Länge abstützen, jedoch mit dem umzuformenden Flachmaterial nicht in Berührung kommen.

Damit das umzuformende Flachmaterial mit möglichst geringer Reibung beim Umformen an den Zähnen der Walzen entlanggleiten kann, wird ferner vorgeschlagen, die Oberflächen der Walzen zumindest an den Bereichen, an denen sie mit dem Flachmaterial in Berührung kommen, so auszubilden, dass sie einen möglichst geringen Mittenrauhwert R_a aufweisen. Dieser Mittenrauhwert R_a liegt vorzugsweise in einem Bereich von 0,01 bis 6,5 μm . Zu diesem Zweck werden die Walzen an den relevanten Bereichen geschliffen und gegebenenfalls sogar poliert. Auch eine Beschichtung kann vorgesehen sein.

Die Profilhöhe und der Profilquerschnitt des auszuformenden Wellenprofils werden auch von der Zahnform der Verzahnungen der Wellen beeinflusst. Um ein Gleiten des Flachmaterials an den Zähnen mit noch geringeren Reibungsverlusten zu

ermöglichen, ist der Zahnkopf jedes Zahnes und/oder jeder zwischen zwei Zähnen ausgebildeter Zahngrund an ihren Übergängen bzw. an seinem Übergang in die jeweilige Zahnflanke abgerundet. Durch das Abrunden der Übergänge wird erreicht, dass das Flachmaterial mit seinen Flachseiten sanft an den Oberflächen entlanggleiten kann, wodurch insbesondere ein Einreißen vergleichsweise dünnen Flachmaterials wirksam verhindert werden kann.

Damit gegebenenfalls auch trapezförmige Wellenprofile an dem Flachmaterial geformt werden können, ist der Zahnkopf jedes Zahnes und/oder der Zahngrund zwischen zwei benachbarten Zähnen vorzugsweise abgeflacht ausgebildet, so dass jeder Zahn einen trapezförmigen Querschnitt aufweist. Indem der Achsabstand zwischen den Walzen so eingestellt wird, dass der Formspalt zwischen den Verzahnungen zumindest annähernd der Materialstärke des Flachmaterials entspricht, kann das Flachmaterial in der angesprochenen Trapezform ausgeformt werden kann.

Insbesondere bei dieser Gestaltung der Zähne ist es von besonderem Vorteil, wenn die Übergänge zwischen dem Zahnkopf und den Zahnflanken abgerundet sind, da auf diese Weise beim Ausformen des Trapezes am Trapezkopf, d.h. dem oberen Abschnitt des Wellenprofils, eine vergleichsweise geringe Dehnung und eine vergleichsweise geringe Kerbwirkung entsteht.

Des Weiteren wird vorgeschlagen, jede Zahnflanke zumindest abschnittsweise zwischen dem Zahnkopf und dem Zahngrund im Querschnitt geradlinig verlaufend zu gestalten. Gegebenenfalls kann die Zahnflanke im Querschnitt sogar eine leicht gekrümmte, konvexe Form aufweisen. Hierdurch wird erreicht, dass das umzuformende Flachmaterial lediglich mit den Zahnköpfen der Zähne beim Ausformen in Berührung kommt, so dass

die Reibung zwischen dem Flachmaterial und den Verzahnungen verringert ist und auf diese Weise ein besonders schonender Umformvorgang zum Ausformen des Wellenprofils möglich wird.

Damit eine möglichst gleichmäßige Profilhöhe über die gesamte Breite des Wellenprofils eingestellt werden kann, ist es ferner von Vorteil, wenn an den Enden der beiden Walzen jeweils eine den beiden Walzen gemeinsame Stelleinheit zum Verstellen des Achsabstandes zwischen den Walzen vorgesehen ist, wobei die beiden Stelleinheiten getrennt von einander einstellbar sind.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundmaterials, so wie es Anspruch 17 definiert. Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst an einem metallischen Flachmaterial gemäß dem zuvor beschriebenen Verfahren ein Wellenprofil ausgeformt, wobei durch Verstellen des Achsabstandes zwischen den Walzen die Profilhöhe und durch Verstellen der Drehpositionen der Walzen zueinander der Profilquerschnitt des Wellenprofils beeinflusst werden kann. Nach dem Ausformen des Wellenprofils wird auf die Profilerhebungen des Wellenprofils einseitig oder beidseitig mindestens ein weiteres Flachmaterial aufgebracht, das anschließend mit dem gewellten Flachmaterial fest verbunden wird.

Bei einer bevorzugten Variante dieses Verfahrens zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundmaterials wird vorgeschlagen, das weitere Flachmaterial gleichfalls kontinuierlich auf das gewellte Flachmaterial aufzubringen und an diesem insbesondere durch Kleben zu befestigen.

Das auf diese Weise hergestellte Verbundmaterial, wie es in Anspruch 19 beansprucht ist, zeichnet sich durch verglichen mit massiven Materialien vergleichbare mechani-

sche Eigenschaften, wie Steifigkeit, Festigkeit und Druckfestigkeit, aus, während das Verbundmaterial jedoch verglichen mit diesen Materialien ein um ein Vielfaches geringeres Gewicht besitzt.

Derartige Verbundmaterialien, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß Anspruch 17 gefertigt worden sind, eignen sich beispielsweise als Wand-, Decken- und Bodenpaneele. Ferner ist ihr Einsatz als Klimaelement möglich, wobei die durch das Wellenprofil gebildeten von einander abgetrennten Bereiche als Kanäle für ein Wärme transportierendes Medium eingesetzt werden können. Des Weiteren ermöglicht die durch das erfindungsgemäße Verfahren realisierbare große Profilhöhe ein Befestigen derartiger Paneele und Klimaelemente mit Bestigungselementen, wie Nieten, Schrauben u.ä., die in den zwischen den gewellten und dem weiteren Flachmaterial ausgebildeten Hohlräumen teilweise aufgenommen sind, ohne dass die Befestigungselemente an der von dem gewellten Flachmaterial gebildeten Sichtfläche des Paneels bzw. des Klimaelementes hervorstehen.

Zur kontinuierlichen Herstellung eines derartigen Verbundmaterials wird gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung eine Anlage vorgeschlagen, die mit einer Vorrichtung, wie sie in einem der Ansprüche 9 bis 16 definiert ist, zum kontinuierlichen Ausformen eines Wellenprofils an einem zu wellenden Flachmaterial ausgestattet ist. Des Weiteren ist die Anlage mit mindestens einer Zuführeinrichtung zum Zuführen eines weiteren Flachmaterials versehen, welche das weitere Flachmaterial zu dem aus der Vorrichtung zum kontinuierlichen Formen austretenden gewellten Flachmaterial zuführt. Mit Hilfe einer nachgeordneten Verbindungseinheit wird dann das gewellte Flachmaterial mit dem zugeführten weiteren Flachmaterial fest verbunden.

Als Verbindungseinheit wird vorzugsweise eine Einrichtung zum Auftragen von Klebstoff auf die Profilerhebungen des Wellenprofils des wellenförmigen Flachmaterials sowie eine Andrückeinrichtung vorgeschlagen, mit der das zugeführte weitere Flachmaterial gegen das mit Klebstoff versehene gewellte Flachmaterial gedrückt wird.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispieles unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Anlage zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundmaterials;
- Fig. 2 eine vergrößerte Seitenansicht eines Formspaltes zwischen zwei Walzen einer bei der Anlage nach Fig. 1 verwendeten Vorrichtung zum Umformen eines Flachmaterials in ein Wellenprofil; und
- Fig. 3 den Formspalt nach Fig. 2 bei relativ zu einander verstellten Walzen.

Fig. 1 zeigt eine Anlage 10 zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundmaterials 12. Die Anlage 10 weist eine Vorrichtung 14 auf, die zum kontinuierlichen Formen eines metallischen Flachmaterials 16, beispielsweise eines aus einer harten Aluminiumlegierung gefertigten Metallbandes, zu einem Wellenprofil 18 dient.

Benachbart zu der Vorrichtung 14 ist eine erste Zuführeinrichtung 20 für ein erstes weiteres Flachmaterial 22, das gegebenenfalls auch aus einer harten Aluminiumlegierung gefertigt ist, sowie eine in Förderrichtung der Vorrichtung 14 gesehen nachgeordnete, in Fig. 1 rechts dargestellte

zweite Zuführeinrichtung 24 für ein zweites weiteres Flachmaterial 26 angeordnet.

Die Vorrichtung 14 weist zwei identisch gestaltete Walzen 28 und 30 auf, deren Rotationsachsen parallel in einem Achsabstand A zueinander verlaufen. Die Mantelfläche jeder Walze 28 bzw. 30 ist jeweils mit einer geraden Verzahnung 32 bzw. 34 versehen. Die beiden Verzahnungen 32 und 34 der beiden Walzen 28 und 30 kämmen miteinander und bilden einen Formspalt 35 (vgl. Fig. 2 und 3), durch den das Flachmaterial 16 zum Ausformen des Wellenprofils 18 hindurchgeführt wird, wie später im Detail noch erläutert wird.

Unmittelbar benachbart zur in Fig. 1 unten dargestellten Walze 30 ist eine erste Klebeeinrichtung 36 zum Auftragen von Klebstoff auf die Profilerhebungen des Wellenprofils 18 angeordnet. Die Klebeeinrichtung 36 ist dabei so benachbart zu Walze 30 positioniert, dass das nach dem Ausformen auf der Walze 30 erhaltene Wellenprofil 18 von der Klebeeinrichtung 36 mit Klebstoff bestrichen werden kann.

In Rotationsrichtung der Walze 30 gesehen, der ersten Klebeeinrichtung 36 nachfolgend angeordnet, ist unmittelbar benachbart zur Walze 30 eine Schwinge 38 befestigt, die das erste weitere Flachmaterial 22, das aus der ersten Zuführeinrichtung 20 der Vorrichtung 14 zugeführt wird, zur Walze 30 hinlenkt. Das von der Schwinge 38 in Richtung der Walze 30 gelenkte erste weitere Flachmaterial 22 wird mit Hilfe einer ersten Andrückwalze 40 gegen die Seite des Wellenprofils 18 gedrückt, auf die der Klebstoff zuvor von der Klebeeinrichtung 36 aufgebracht wurde.

Mit Hilfe einer der Andrückwalze 40 nachgeordneten Trenneinrichtung (nicht dargestellt) wird das mit dem ersten weiteren Flachmaterial 22 verklebte Wellenprofil 18 von der Walze 30 gelöst und entlang einer Auflage 42 durch eine zweite Klebeeinrichtung 44 geführt, mit der auf die dem ersten weiteren Flachmaterial 22 abgewandten Seite des Wellenprofils 18 weiterer Klebstoff aufgetragen wird. Unmittelbar nach der zweiten Klebeeinrichtung 44 ist eine zweite Andrückwalze 46 angeordnet, die das von der zweiten Zuführeinrichtung 24 zugeführte zweite weitere Flachmaterial 26 auf die Seite des Wellenprofils 18 drückt, auf der zuvor von der zweiten Klebeeinrichtung 44 der Klebstoff aufgetragen worden ist. Nach dem Aushärten des Klebstoffs wird das aus dem gewellten Flachmaterial 16 und den beiden weiteren Flachmaterialien 22 und 26 gebildete Verbundmaterial 12 in gewünschte Längen von einer nicht dargestellten Ablängeeinrichtung geschnitten.

Wie durch die Pfeile in Fig. 1 angedeutet ist, kann der Achsabstand A zwischen den beiden Walzen 28 und 30 verstellbar werden. Ferner ist die in Fig. 1 oben dargestellte Walze 28 in ihrer Drehposition relativ zur Walze 30 verstellbar, so dass das Flankenspiel FS (vgl. Fig. 2 und 3) zwischen den Verzahnungen 32 und 34 eingestellt werden kann, wie nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 näher erläutert wird.

In den Fig. 2 und 3 sind in vergrößerter Darstellung die beiden miteinander kämmenden Verzahnungen 32 und 34 der beiden Walzen 28 und 30 gezeigt. Jede Verzahnung 32 bzw. 34 ist dabei aus einer Vielzahl gleichmäßig über den Umfang verteilter Zähne 48 gebildet, die sich über die gesamte Länge der Walze 28 bzw. 30 erstrecken.

Wie die Fig. 2 und 3 zeigen, weist jeder Zahn 48 einen abgeflachten Zahnkopf 50 auf, der in eine geradlinig verlaufende Zahnflanke 52 übergeht, welche im Zahngrund 54 zwischen zwei nebeneinander ausgebildeten Zähnen 48 endet. Die beiden Übergänge 56 des Zahnkopfes 50 jedes Zahnes 48 in die Zahnflanken 52 des Zahnes 48 sind abgerundet ausgebildet. In gleicher Weise ist der Übergang 58 jeder Zahnflanke 52 in den jeweiligen Zahngrund 54 gleichfalls abgerundet ausgebildet.

Durch die geradlinige Gestaltung der Zahnflanken 52 wird erreicht, dass das zwischen die Verzahnungen 32 und 34 hindurchgeführte Flachmaterial 16 möglichst nur mit den Zahnköpfen 50 der Verzahnungen 32 und 34 in Berührung kommt, wodurch die Reibung zwischen dem Flachmaterial 16 und den Zähnen 48 minimiert ist. Darüber hinaus unterstützen die abgerundeten Übergänge 56 und 58 ein Entlanggleiten des umzuformenden Flachmaterials 16 an den Oberflächen der Zähne 48, wodurch insbesondere bei besonders harten Werkstoffen einem Materialbruch vorgebeugt wird.

Um das Gleiten des flachen Materials 16 zwischen den Verzahnungen 32 und 34 zusätzlich zu erleichtern, sind zumindest die Bereiche, die mit dem umzuformenden Flachmaterial 16 in Berührung kommen, geschliffen oder gegebenenfalls sogar poliert, so dass der Mittenrauhwert Ra in einem Bereich von 0,01 bis 0,6 μm liegt.

Um die Reibung zwischen den Verzahnungen 32 und 34 und dem Flachmaterial 16 zusätzlich zu reduzieren, ist das Flachmaterial 16 mit einem Gleitmittel auf einer Epoxidharz-Bindemittelbasis beschichtet. Das Gleitmittel ist dabei so ausgebildet, dass der nach dem Ausformen des Flachmaterials 16 aufzutragende Klebstoff optimal an der Oberfläche des Flachmaterials 16 anhaftet und aushärtet.

Wird nun das Flachmaterial 16 durch die Verzahnungen 32 und 34 hindurchgeführt, so wie es in Fig. 2 vergrößert gezeigt ist, kommt es durch den sich während der Rotation der Walzen 28 und 30 kontinuierlich verjüngenden Formspalt 35 zu einem Umformen des zuvor in einer Heizeinrichtung (nicht dargestellt) erwärmten Flachmaterials 16, wobei die beiden Verzahnungen 32 und 34 in Abhängigkeit von dem zuvor eingestellten Achsstand A zwischen den Walzen 28 und 30 das Flachmaterial 16 definiert ausformen.

Wird beispielsweise ein sehr großer Achsabstand A zwischen den Walzen 28 und 30 eingestellt, bei dem die Verzahnungen 32 und 34 nur geringfügig miteinander kämmen, wird das Flachmaterial 16 nur geringfügig umgeformt und erhält ein abgeflachtes sinusförmiges Wellenprofil 18. Werden dagegen die Walzen 28 und 30 soweit aufeinander zubewegt, dass der Formspalt zwischen den beiden Verzahnungen 32 und 34 zumindest annähernd der Materialstärke des Flachmaterials 16 entspricht, wird ein Wellenprofil 18 ausgeformt, dessen Form zumindest annähernd der Form des einzelnen Zahnes 48 der Verzahnungen 32 und 34 entspricht. Durch die trapezförmige Gestaltung des Zahns 48 in den Fig. 2 und 3 würde sich somit ein trapezförmiges Wellenprofil 18 ergeben. Alternativ können die Zähne 48 im Zahnquerschnitt beispielsweise auch eine Evolventenform, eine Zykloidenform o. ä. aufweisen.

Symmetrische Wellenprofile 18 ergeben sich insbesondere dann, wenn das Flankenspiel FS zwischen den in Drehrichtung der Walzen 28 und 30 gesehen führenden und nachfolgenden Zahnflanken 52 der miteinander kämmenden Verzahnungen 32 und 34 identisch ist, d.h. jeder Zahn 48 der einen Verzahnung 32 ist mittig zwischen den jeweiligen beiden mit ihm kämmenden Zähnen 48' der anderen Verzahnung 34 positioniert.

Durch ein entsprechendes Verstellen der Drehposition der oberen Walze 28 zur unteren Walze 30 ist es jedoch möglich, das Flankenspiel FS so zu verändern, dass die beiden Verzahnungen 32 und 34 in Drehrichtung der Walzen 28 und 30 gesehen leicht versetzt zueinander angeordnet sind, so dass die einzelnen Zähne 48 und 48' der Verzahnungen 32 und 34 nicht mehr symmetrisch zueinander positioniert sind, so wie es in Fig. 3 gezeigt ist. Auf diese Weise ist es möglich, die Reibungsverhältnisse innerhalb des Formspaltes 35 so zu beeinflussen, dass ein im Profilquerschnitt gesehen unsymmetrisches Wellenprofil 18 ausgeformt wird.

So ist beispielsweise in Fig. 3 das Flankenspiel FS zwischen der vorderen Zahnflanke 52' des unteren Zahns 48' und der hinteren Zahnflanke 52 des führenden oberen Zahns 48 verkleinert, während der Abstand zwischen der hinteren Zahnflanke 52' des unteren Zahnes 48' zur führenden Zahnflanke 52 des nachfolgenden Zahnes 48 der oberen Verzahnung 32 vergrößert ist.

Bei dem in Fig. 3 gezeigten Fall ist dabei das verkleinerte Flankenspiel FS so weit reduziert, dass das verkleinerte Flankenspiel FS zumindest annähernd der Materialstärke des umzuformenden Flachmaterials 16 entspricht. Hierdurch wird erreicht, dass einerseits das Flachmaterial 16 in diesem Bereich stärker verformt wird als in dem Bereich des Flachmaterials 16, der in dem Bereich mit größerem Flankenspiel angeordnet ist. Gleichzeitig wird die Reibungskraft zwischen dem Flachmaterial 16 und den an diesem anliegenden Abschnitten der Verzahnungen 32 und 34 so erhöht, dass das Flachmaterial 16 zusätzlich durch die erhöhten Reibungskräfte von den beiden Walzen 28 und 30 gefördert wird.

Soll nun ein anderes Wellenprofil 18 ausgeformt werden, ist es jederzeit möglich, den Achsabstand A zwischen den Walzen 28 und 30 während des Umformens aktiv zu verstellen, wobei gegebenenfalls auch gleichzeitig die Drehposition der Walze 28 zur Walze 30 verstellt werden kann. Auf diese Weise ist ein Umrüsten der Anlage 10, wie es im Stand der Technik erforderlich ist, um unterschiedliche Wellenprofile auszuformen, bei der erfindungsgemäßen Anlage 10 nicht mehr notwendig.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel wird an beiden Seiten des ausgeformten Wellenprofils 18 ein Flachmaterial 22 und 26 vorgesehen, so dass ein sogenanntes Sandwichblech als Verbundmaterial 12 entsteht, bei dem zwischen den beiden Flachmaterialien 22 und 26 das gewellte Flachmaterial 16 angeordnet ist. Durch Deaktivieren der zweiten Klebeeinrichtung 44 und der zweiten Zuführeinrichtung 24 ist es ferner möglich, ein Verbundmaterial 12 zu fertigen, bei dem nur auf einer Seite des gewellten Flachmaterials 16 ein weiteres Flachmaterial 22 vorgesehen ist. Sofern gewünscht, ist es auch möglich lediglich ein gewelltes Flachmaterial 16 auszuformen, ohne dass zusätzliche Flachmaterialien an dem gewellten Flachmaterial 16 verklebt werden.

EPO - Munich
67
27. Juni 2002

PATENTANSPRÜCHE

1. Kontinuierliches Verfahren zum Umformen eines metallischen Flachmaterials, insbesondere eines Metallbleches, einer Metallbahn und/oder eines Metallbandes, in ein metallisches Wellenprofil, bei dem das Flachmaterial (16) zum Formen des Wellenprofils (18) zwischen zwei miteinander kämmende Verzahnungen (32, 34) zweier rotierender, verzahnter Walzen (28, 30) hindurchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass zum Einstellen einer gewünschten Profilhöhe des Wellenprofils (18) der Achsabstand (A) zwischen den Walzen (28, 30) vor oder während des Hindurchführens des Flachmaterials (16) verstellt wird und dass zum Vorgeben des Profilquerschnitts des Wellenprofils (18) das Flankenspiel (FS) zwischen den miteinander kämmenden Verzahnungen (32, 34) durch relatives Verdrehen der Walzen (28, 30) zueinander vor oder während des Hindurchführens des Flachmaterials (16) eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum Erzeugen eines symmetrischen oder eines unsymmetrischen Profilquerschnitts des Wellenprofils (18) die Walzen (28, 30) relativ zueinander verdreht werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Profilhöhe des Wellenprofils (18) vom Flachmaterial (16) ausgehend als sinusförmiges oder unsymmetrisches Wellenprofil (18) bis trapezförmiges Wellenprofil (18) durch kontinuierliches Verstellen der Walzen (28, 30) geformt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Walzen (28, 30) zum Ausformen eines im Profil-
querschnitt trapezförmigen Wellenprofils (18) mit ihren
im Querschnitt trapezförmigen Verzahnungen (32, 34) so-
weit zusammengefahren werden, bis der Formspalt zwischen
den Verzahnungen (32, 34) der Walzen (28, 30) zumindest
annähernd der Materialstärke des Flachmaterials (16) ent-
spricht.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Flankenspiel (FS) zwischen den in Drehrichtung
der Walzen (28, 30) gesehen führenden oder nachfolgenden
Zahnflanken (52) der miteinander kämmenden Verzahnungen
(32, 34) so eingestellt wird, dass das Flankenspiel (FS)
zumindest annähernd der Materialstärke des Flachmaterials
(16) entspricht.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Ausformen des Wellenprofils (18) ein Gleitmittel
auf das Flachmaterial (16) und/oder die Walzen (28, 30)
aufgebracht wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Gleitmittel vor dem Umformen des Flachmaterials
(16) auf das Flachmaterial (16) ein Gleitlack, insbeson-
dere ein Gleitlack auf einer Epoxidharz-Bindemittelbasis,
aufgebracht wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass auf das Flachmaterial (16) als Gleitmittel eine
Gleitfolie vor dem Umformen aufgebracht wird, die nach
dem Ausformen des Wellenprofils (18) gegebenenfalls von
dem ausgeformten Flachmaterial (16) abgezogen wird.

9. Vorrichtung zum kontinuierlichen Umformen eines metallischen Flachmaterials, insbesondere eines Metallbleches, einer Metallbahn und/oder eines Metallbandes, in ein metallisches Wellenprofil, mit zwei drehbaren verzahnten Walzen (28, 30), zwischen deren miteinander kämmenden Verzahnungen (32, 34) zum Formen des Wellenprofils (18) das umzuformende Flachmaterial (16) hindurchführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Achsabstand (A) zwischen den Walzen (28, 30) zum Einstellen der Höhe des zu formenden Wellenprofils (18) verstellbar ist und dass das Flankenspiel (FS) zwischen den miteinander kämmenden Verzahnungen (32, 34) zum Verändern des Profilquerschnitts des Wellenprofils (18) durch Einstellen der Drehpositionen der Walzen (28, 30) zueinander einstellbar ist.
- 10.. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Achsabstand (A) zwischen den Walzen (28, 30) und/oder die Drehposition der Walzen (28, 30) zueinander kontinuierlich einstellbar ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Walzen (28, 30) bombiert sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 9, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächen der Walzen (28, 30) zumindest an den Bereichen, an denen sie mit dem Flachmaterial (16) in Berührung kommen, einen Mittenrauhwert (Ra) in einem Bereich von 0,01 bis 6,5 µm haben, vorzugsweise geschliffen und/oder beschichtet und/oder poliert sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Zahnkopf (50) jedes Zahnes (48) der Verzahnungen

(32, 34) und/oder jeder zwischen zwei Zähnen (48) ausgebildete Zahngrund (54) an ihren Übergängen (56, 58) bzw. an seinem Übergang (56, 58) in die jeweilige Zahnflanke (52) abgerundet sind bzw. ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Zahnkopf (50) jedes Zahnes (48) und/oder der Zahngrund (54) zwischen zwei benachbarten Zähnen (48) abgeflacht sind bzw. ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass jede Zahnflanke (52) zumindest abschnittsweise zwischen dem Zahnkopf (50) und dem Zahngrund (54) im Querschnitt geradlinig verläuft oder im Querschnitt eine leicht gekrümmte, konvexe Form aufweist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass an den Enden der beiden Walzen (28, 30) jeweils eine den beiden Walzen (28, 30) gemeinsame Stelleinheit zum Verstellen des Achsabstandes (A) zwischen den Walzen (28, 30) vorgesehen ist, wobei die beiden Stelleinheiten getrennt von einander einstellbar sind.
17. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundmaterials, bei dem an einem metallischen Flachmaterial, insbesondere an einem Metallblech, einer Metallbahn und/oder einem Metallband, gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ein Wellenprofil geformt wird, nach dem Ausformen des Wellenprofils (18) auf die Profilerhebungen des Wellenprofils (18) einseitig oder beidseitig mindestens ein weiteres Flachmaterial (22, 26) aufgebracht wird und das aufgebrachte weitere Flachmaterial (22, 26) mit dem gewellten Flachmaterial (16) fest verbunden wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das weitere Flachmaterial (22, 26) kontinuierlich
auf das gewellte Flachmaterial (16) aufgebracht und an
diesem, vorzugsweise durch Kleben, befestigt wird.
19. Verbundmaterial insbesondere für die Fertigung von Wand-,
Decken- und Bodenpaneelen sowie Klimaelementen, das gemäß
dem Verfahren nach einem der Ansprüche 17 oder 18. gefertigt
ist.
20. Anlage zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundma-
terials aus einem gewellten Flachmaterial, insbesondere
aus einem gewellten Metallblech, einer gewellten Metall-
bahn und/oder einem gewellten Metallband, und mindestens
einem weiteren Flachmaterial,
mit einer Vorrichtung, die gemäß einem der Ansprüche 9
bis 16 ausgebildet ist, zum kontinuierlichen Formen eines
Wellenprofils (18) aus einem Flachmaterial (16) und
mit mindestens einer Zuführeinrichtung (24, 28) zum Zu-
führen des weiteren Flachmaterials (22, 26) zu dem aus
der Vorrichtung zum kontinuierlichen Formen austretenden
gewellten Flachmaterial (16) sowie
mit mindestens einer Verbindungseinheit zum Verbinden des
gewellten Flachmaterials (16) mit dem zugeführten weite-
ren Flachmaterial (22, 26).
21. Anlage nach Anspruch 20,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Verbindungseinheit einer Einrichtung (36, 44)
zum Auftragen von Klebstoff auf die Profilerhebungen des
Wellenprofils (18) des gewellten Flachmaterials (16) so-
wie eine Andrückeinrichtung, vorzugsweise eine Andrück-
walze (40, 46) zum Andrücken des zugeführten weiteren
Flachmaterials (22, 26) gegen das mit Klebstoff versehene
gewellte Flachmaterial (16) aufweist.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Umformen eines metallischen Flachmaterials in ein metallisches Wellenprofil bei dem das Flachmaterial zwischen zwei miteinander kämmende Verzahnungen zweier rotierender, verzahnter Walzen hindurchgeführt wird. Zum Einstellen einer gewünschten Profilhöhe kann der Achsabstand zwischen den Walzen und zum Vorgeben eines Profilquerschnitts kann das Flankenspiel zwischen den miteinander kämmenden Verzahnungen eingestellt werden. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren und eine Anlage zur kontinuierlichen Herstellung eines Verbundmaterials aus einem mit Hilfe des zuvor beschriebenen Verfahren oder der zuvor beschriebenen Vorrichtung umgeformten metallischen Wellenprofils und mindestens einem weiteren Flachmaterial, das mit dem Wellenprofil zur Bildung des Verbundmaterials fest verbunden wird.

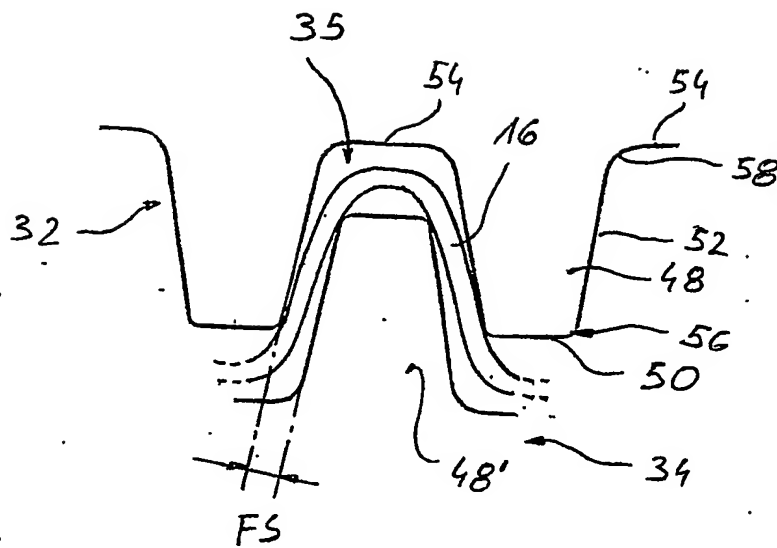


Fig. 2

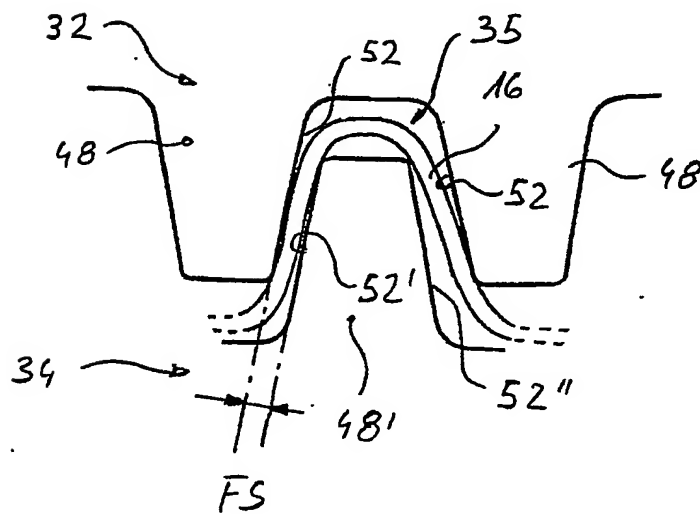


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.